

# سلسلة من كل علم خبر

الاكتشافات الكبيرة

من الحرف اليدوية إلى الصناعة

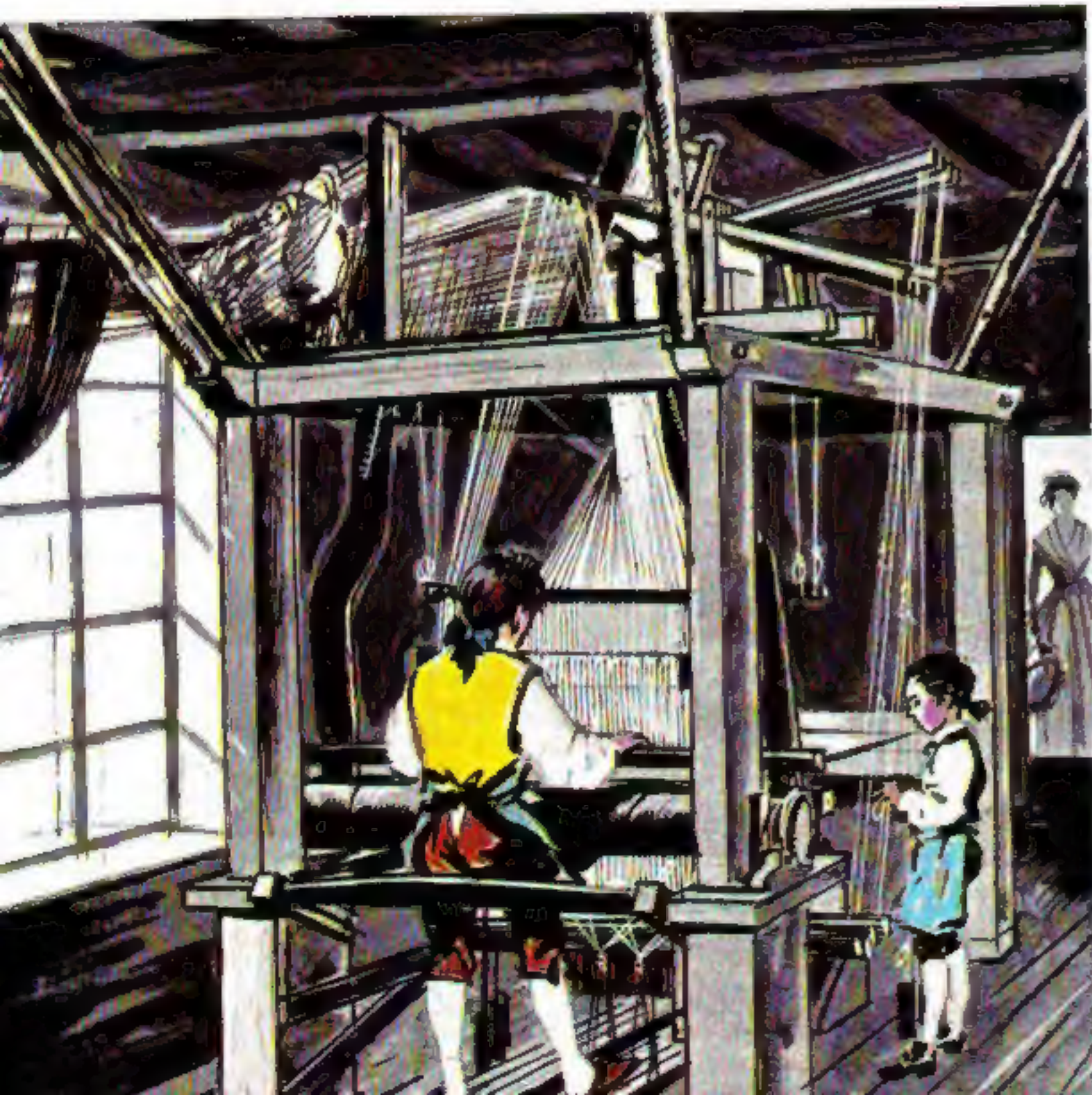
(١٢)



• تلفراف "ناب" أول وسيلة  
للارتصال البعيد المدى

• من النسيج البدائي  
إلى نول الحياكة

• الدراجة الأولى وزرعتها



Les Grandes Inventions  
F. Lot  
Librairie Hachette

مكتشورات مكتبة سكمير

شارع عمرو - بيروت

تلفون ٢٣٨١٨١-٢٢٦٠٨٥





عام ١٥٨٨ ، نيران مُضرمة على الشاطئ الإنكليزي ،  
تنقل ، من تلة الى تلة ، الأنباء المتعلقة بوصول « الأرمداء » ،  
ذلك الاسطول الذي لا يقهر ، والذي بعث به ملك إسبانيا  
فيليب الثاني ، ليثأر « الماري ستيوارث » ، وليسقط إلبصابات  
الأولى عن عرشها . الواقع أن العاصفة قد دمّرت ذلك  
الأسطول الضخم .

## تلفراف " سار " أول وسيلة للاتصال البعيد المدى

عندما نعود الى تاريخ الأقدمين المُغرق<sup>(١)</sup> في القدم ، تُطالعنا عندهم دائماً محاولة من مُحاولات الاتصال القريب أو البعيد . وقد لجأوا فيه ، إمّا إلى الإشارات البصريّة ، فاستخدموا مثلاً النور ليلاً ، والدخان نهاراً ؛ وإمّا إلى الإشارات السمعيّة ، فاستخدموا أنواعاً من الصناديق الرنّانة ، التي تحمّل الصوت إلى مدى<sup>(٢)</sup> لا تبلغه الحنجرة العاديّة . وهكذا أسهم<sup>(٣)</sup> في هذه المحاولات ، المتلاحقة على مرّ الأجيال ، كلٌّ من الأجراس والأبواق والطبول والصفارات والأعلام . ولقد كان لطواحين الهواء ذاتها ، دورها في هذا المجال ، وكان



لكلٍّ من أوضاع اذرُعِها معناه ودلالته : -  
فهذا الوضع يعني ولادة ، وذاك وفاة ،  
وذلك خطراً...

إلا أن هذه الوسائل كانت محدودة  
الدلالة ، عاجزة عن نقل رسائل مفصلة  
معقدة ، ما لم تتعدد إشاراتُها وتتعدد .  
ثم إنَّ بعضَ الرسائل والمعلومات كانَ  
يُفرض التحفظُ والسريَّة ، وما كان يجوز  
أن يقعَ عليه عدو .

ولذا عرض « غليوم أمونتون » ، ( وهو  
عالم فيزيائي فرنسي ) ، سنة ١٦٩٠ ،  
مشروعاً يقضي بإقامة مراقبين مُزوَّدين  
بمناظر مُقرَّبة ، مهمَّتُهم أن يلاحظوا  
الإشارات المُعطاة ، وأن يتناقلوها . أمّا

معنى تلك الإشارات فما كان يفهمه إلا المركزان  
الواقعان على طرفي الخطّ ... ولكن  
« أمونتون » كان ، لسوء الحظّ ، أطرشَ  
مرتبكاً خجولاً ، فلم يتمكن من إقناع  
الناس بجدوى<sup>(٤)</sup> اختراعه . فأهمل هذا  
الاختراع ، وما لبث أن طمسه<sup>(٥)</sup> النسيان .

في القرن التالي ، وفي ضواحي مدينة  
« أنجيه » ، كان الأكليريكي الشاب  
« كلود شاپ » ( ١٧٦٣ - ١٨٠٥ ) يُتابع  
دروسه ، في إكليريكية تقعُ على بُعد  
نصف ميل من منزله ، فخطر له أن  
يتصل بإخوته ، بواسطة مسطرة من خشب .  
تدور على محور ، وتحمل في طرفيها  
مِسْطَرتَيْن صغيرتين متحركتين . استطاع  
« شاپ » ، بهذا الجهاز<sup>(٦)</sup> البسيط أن



« أشجار التمثام » ، في جزر سليمان : وسيلة سمعية لنقل  
الرسائل .



وضع في أذرع الطاحونة يحمل إلى الجيران بُشْرى مفرحة .



يَحْصَلُ عَلَى مِئَةِ وَاثْنَيْنِ وَتِسْعِينَ وَضِعاً  
مُخْتَلِفاً ، كَانَ بِإِمْكَانِ مِقْرَابٍ <sup>(٧)</sup> أَنْ  
يَتَبَيَّنَها وَيَقْرَأَها .

قُبِلَتِ الْفِكْرَةُ هَذِهِ الْمَرَّةَ ؛ وَفِي سَنَةِ ١٧٩٣  
تَقَدَّمَ الْأَبُ « شَاب » مِنْ مَفْوضِي الدَّوْلَةِ ،  
بِجِهَازٍ مُمَاطِلٍ مَكْبَرٍ مُحَسَّنٍ ؛ وَقَامَ بِالتَّجَارِبِ  
الْأُولَى بَيْنَ مَدِينَتَيْ « مِينِيلْمُتَان » وَ« سَان  
مَرْتَان دِي تِرْتِر » . كَانَ الْجِهَازُ يَحْرِّكُ مِنْ  
قَاعِدَتِهِ ، بِوِاسْطَةِ أَمْرَاسٍ يَشْدُ بِهَا مَوْظَفٌ  
خَاصٌّ .

وَضَعَ الْمَفْوضَانِ « لَآكَانَال » وَ« دَانُو » ،  
عَنْ هَذَا الْإِخْتِرَاعِ ، تَقْرِيراً إِيْجَابِيّاً مُؤَيِّداً ،  
حَمَلَ مَجْلِسُ النَّوَابِ عَلَى تَبْنِيهِ ، وَتَكْلِيفِ  
مَخْتَرَعِهِ بِنَاءَ خَطِّ تَلْغَرَاْفِيٍّ هَوَائِيٍّ يَصِلُ  
« بَارِيس » « يِلِيل » . وَأَرْفَقَ الْمَجْلِسُ هَذَا  
التَّكْلِيفَ بِرُخْصَةٍ تَحْوِلُ « شَاب » حَقَّ  
قَطْعِ الْأَشْجَارِ الْعَائِقَةِ ، وَحَقَّ إِقَامَةِ مَرَاكِزِ  
الْتَّرْحِيلِ <sup>(٨)</sup> ، عَلَى الْمُرْتَفَعَاتِ وَالْأَبْرَاجِ ،  
وَالْجَرَسِيَّاتِ وَالْأَبْنِيَةِ الْمُنَاسِبَةِ . وَالْجَدِيرِ  
بِالذِّكْرِ ، أَنَّ مُعْظَمَ الْمَرَاكِزِ الَّتِي وَقَعَ عَلَيْهَا  
اخْتِيَارُ « شَاب » ، اعْتُمِدَ فِي أَيَّامِنَا  
لِإِقَامَةِ مَرَاكِزِ التَّرْحِيلِ الْإِذَاعِيَّةِ ...



تَلْغَرَاْف « شَاب » ذُو الْإِشَارَاتِ الْبَصَرِيَّةِ ، الَّذِي أُقِيمَ عَلَى  
هَضْبَةِ « مَوْتَمَارْتِر » ، بِالْقَرَبِ مِنْ كَنِيسَةِ الْقَدِيسِ بَطْرُسَ .



تمت إقامة هذا الخط ، بين  
باريس و « ليل » ، في غضون ستة أشهر ؛  
وفي أول أيلول ١٧٩٤ ، نقل هذا الخط ،  
بالتفاصيل الكاملة ، نبأ الانتصار المجيد  
الذي استرجعت فيه مدينة « كُنديه » من  
النمسيين .

عين « شاب » مديراً للتلغراف ، وكلف  
بإنشاء شبكة كاملة . إلا أنه ، لما رأى  
البعض يُنكر عليه أولوية الفضل في  
اختراعه ، استبدت به الكآبة والسُويداء ؛  
وما لبث اليأس أن حملَه على إلقاء نفسه في  
بئر ، تقع بالقرب من البيت الذي كان قد  
أقام فيه مشغله .

#### التفسير

- ١- المغرق في القدم : القديم جداً جداً .
- ٢- مدى : مسافة ، مجال .
- ٣- أسهم في عمل : إشارك فيه .
- ٤- جدوى : نفع .
- ٥- طمسَه النسيان : غطاه النسيان .
- ٦- الجهاز : الآلة .
- ٧- مقراب : منظار مقرَّب لصورة الأشياء .
- ٨- مراكز الترحيل : مراكز تتلقى الإشارة وتعود فترسلها وترحّلها الى مركز آخر .

#### الاسئلة

- ١- أذكر وسيلتين من وسائل الاتصال البصريّة الأولى .
- ٢- أذكر بعض وسائل الاتصال السمعي القديمة .
- ٣- أذكر بعض عيوب هذه الوسائل .
- ٤- من كان « كلود شاب » ؟
- ٥- ماذا خطر له وهو في الاكليريكية ؟
- ٦- ممّا يتركّب الجهاز الذي اخترعه ؟
- ٧- هل أحسن شاب اختيار مراكز الترحيل ؟
- ٨- كيف قضى شاب ؟ ولماذا ؟



« شاب » ومُجسِّمة تلغرافه .

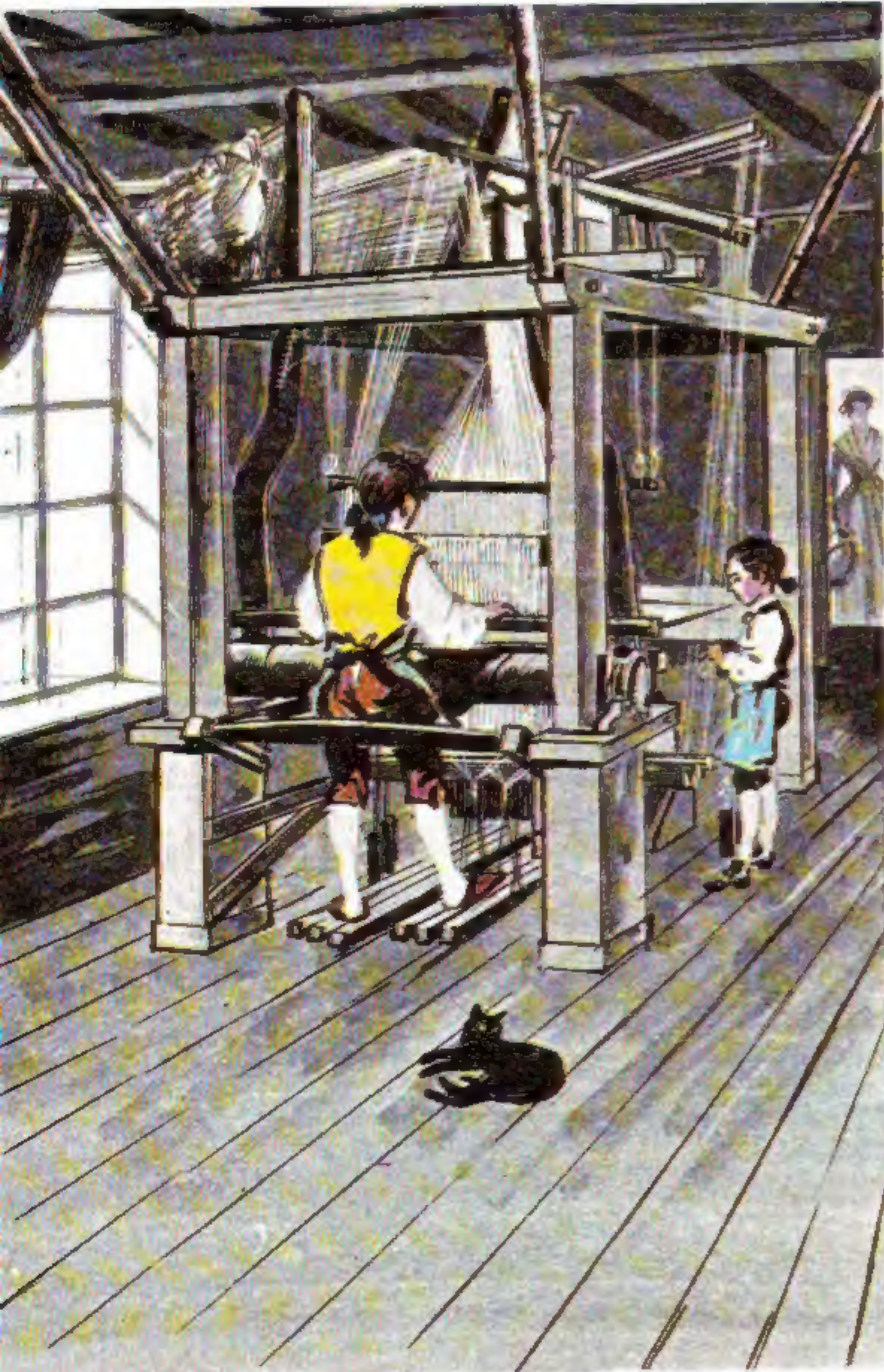


نول حياكة قديم .



أسرة من الأسر الليونية التي كانت تعمل في الحياكة على النول البدوي ، قبل اختراع جاكارد .

## مِنَ النّسج البدائيِّ إلى نول الحياكة



كان أناسٌ ما قبلَ التاريخ قد مارسوا فنَّ النّسج : ففي عصر الشّبه<sup>(١)</sup> ، كانت تُصنَع أنسجةٌ من الكتّان ؛ وكان بعضُ هذه الأنسجة يَجمعُ بين خيوطٍ مختلفةِ الألوان . وكان الحائكون يستعملون أنواعاً من المغازل الخزفيّة أو الحجريّة ، وأوزاناً وأثقالاً يشدّون بها الخيوط .

وفي الأزمنة القديمة<sup>(٢)</sup> ، عرّفت بلادُ الشرق الأقصى ، والهند ، ومصر ، وما بين النهرين ، واليونان ، وروما ، نولاً<sup>(٣)</sup> الحياكة . ولقد ظلَّ هذا النول يعمل بقوة الذراع ، حتّى نهاية القرن الثامن عشر ، حيثُ تحقّقت أولى محاولاتِ التصنيع الميكانيكيّ . ولسوف يُفيد<sup>(٤)</sup> هذا الاتجاهُ



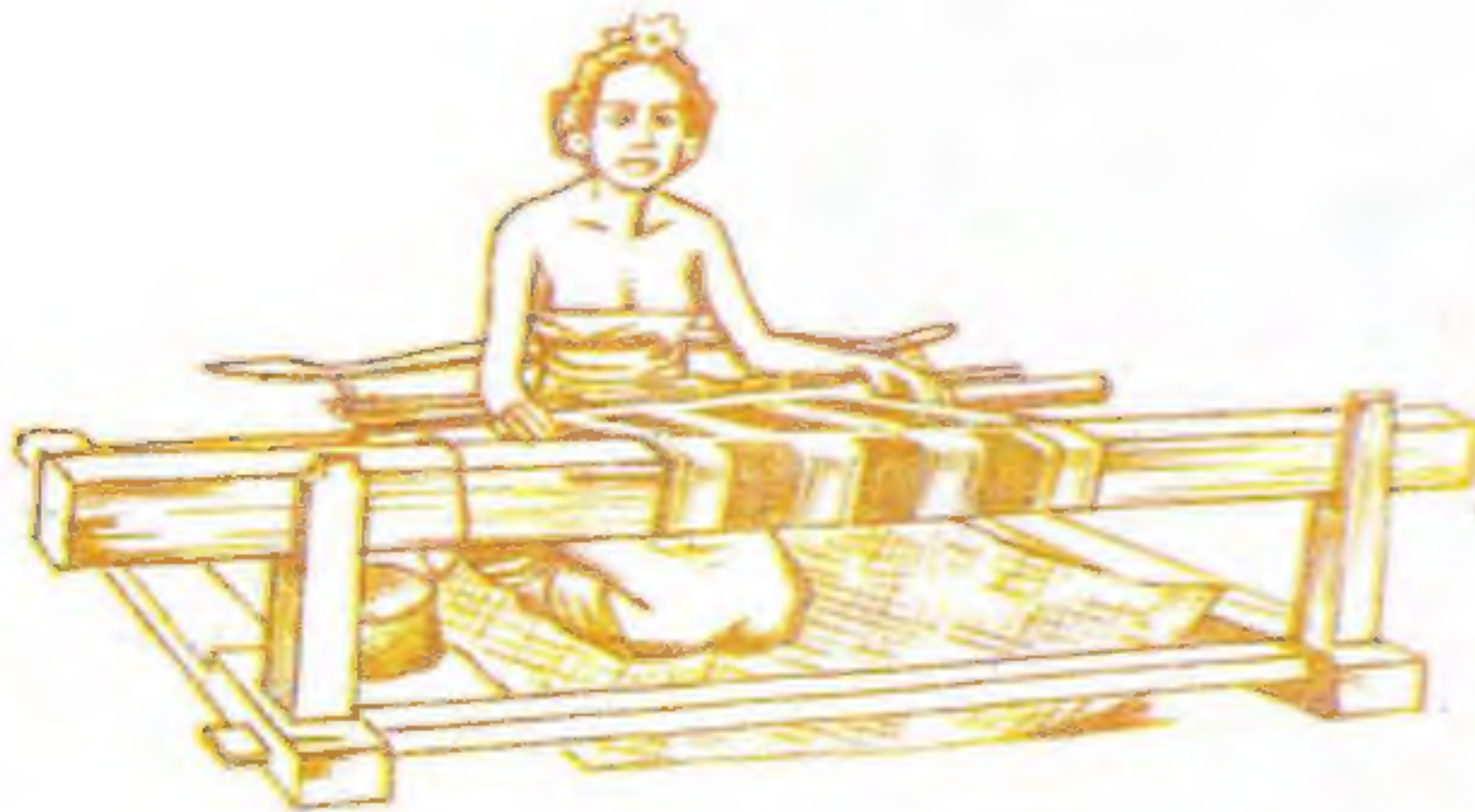
الجديد إفادة حاسمة ، من الإسهام<sup>(٥)</sup> الذي  
سيوفره « جوزف ماري جاكار » ( ١٧٥٢ -  
١٨٣٤ ) .

كان هذا « الليوني » الفتى ابناً « لعامل  
ماهر من عمّال حياكة الأنسجة المقصّبة  
بالذهب والفضّة ، و « لعاملة في قراءة  
رُسوم الحياكة » . كانت مسألة من مسائل  
الحياكة تشغل باله ، ألا وهي كيفية إلغاء  
عملية « السحب » المضنية ، التي طالما  
تألم منها وهو صبي ، والتي تأذّت منها  
صِحته . فلقد اضطرّ ، منذ أن بلغ العاشرة  
من عمره ، أن يقضي الساعات الطويلة  
كلّ يوم ، مُمسِكاً بحبلٍ متّصلٍ بمجموعة  
ثقيلة في الحلقات ومثاقيل الرصاص ،  
عاملاً على « سحب » خيوط اللّحمة<sup>(٦)</sup> ،

كلّما تحرّك المكوك ، وذلك ليشدّ خيوطَ  
العرض ويرصّ خيوطَ الطول المشدودة التي  
تشكّل سدى<sup>(٧)</sup> النسيج .

في مرحلة أولى ، صنع جاكار في  
مدينة ليون جهازاً يحلّ محلّ صاحب  
خيوط اللّحمة ؛ ألا أنّه كان من التعقيد  
بحيث لم يكن صالحاً للاستعمال العمليّ .  
ثم بنى نولاً آخر ميكانيكياً ، لصنع شبّاك  
الصيد . وكان هذا الجهاز ، كالجهاز  
السابق ، يُحرّك بواسطة دَوّاسة تُوزّع على  
الخيوط المركّبة على النول ، عُقداً متساوية  
البعد .

تحدّث محافظُ مدينة ليون الى  
السلطات العليا عن هذا النول ؛ فتلقّى



حائكة « باليتة » .





مشهد من مشاهد العداة التي واجه بها عمال مصانع الحرير  
في ليون جاكار ، وكادوا يرمونه على أثرها في نهر «الرون» ،  
يوم اعتقدوا أن اختراعه سيقضي عليهم بالبطالة .

كما هنأه الشخص الآخر الذي لم يكن غير  
« بونابرت » نفسه .

بعد ذاك بقليل ، وفي ذلك المتحف  
بالذات ، كُلف جاكار بتنظيم « مكتب  
الآلات » الذي أورثه « فوكنسون » لويس  
السادس عشر . فتسنى له ان يُعيد تركيب  
النول الذي ابتدعه مخترع ذاتيات التحرك  
الشهير ؛ ولسوف يفتبس<sup>(٩)</sup> فكرته لبناء  
نول جديد يُضيف اليه جهاز الاختيار  
المعتمد على الكرتون المثقب ، الذي تخيله  
« فلكون » . هكذا ، بكل بساطة ،

جاكار أمراً بالذهاب إلى باريس ، في  
عربة خاصة ، وتحت حراسة اثنين من  
رجال الدرك . قاده الدركيان رأساً الى  
القاعة السفلى من المتحف الوطني الحديث  
العهد ، الخاص بالفنون والحرف<sup>(٨)</sup> ،  
فدخل عليه رجلان وتحدااه أحدهما بأن  
يعقد عقدة واحدة في خيطين مشدودين :  
كان ذاك الرجل « كرنو » العظيم « منظم  
الانتصار » وقد اعتقد أنه في حضرة دجال  
من الدجالين . لم يضطرب جاكار ، بل  
واجه التحدي بالثقة ، وقدم الدليل العملي  
على صحة اختراعه . إذ ذاك هنأه « كرنو » ،



وُلدت « ميكانيكيّة جاكار » ، التي كان  
ينتظرُها مستقبلٌ لامع زاهر .

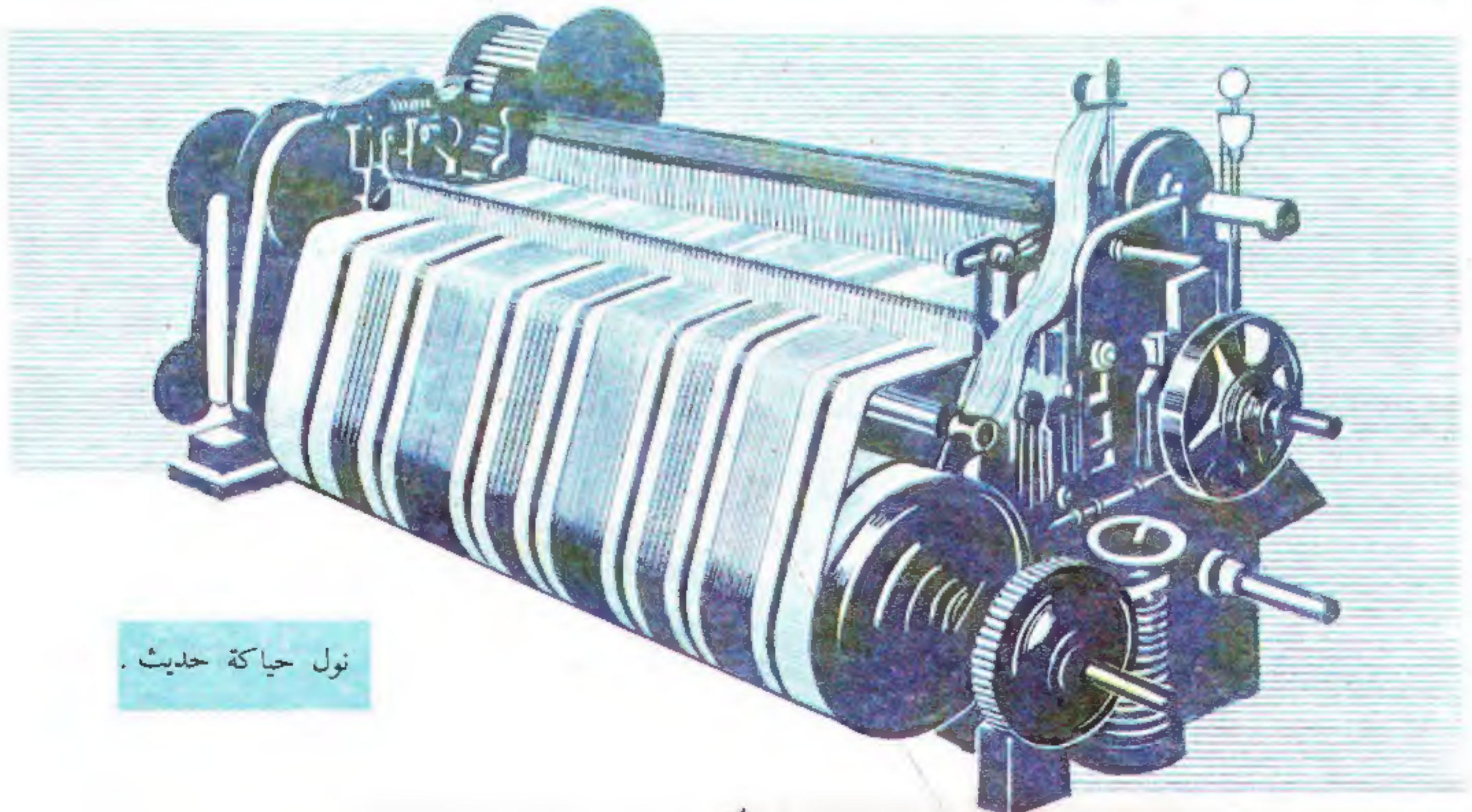
أفادَ نولُ الحياكة ، منذ ذلك التاريخ ،  
من تحسيناتٍ وتطويراتٍ كثيرة ؛ فأدخلت  
عليه تجهيزاتٍ آليّة متكاملة<sup>(١)</sup> سمحت  
بزيادة الإنتاج وتحسين النوعيّة .

#### التفسير

- ١ - عصر الشَّبه : عصر البرونز .
- ٢ - الأزمنة القديمة من التاريخ : الأزمنة السابقة للميلاد .
- ٣ - نول الحياكة : آلة الحياكة .
- ٤ - أفادَ يُفيد : إنَّفع .
- ٥ - الإسهام : من أسهم يُسهم : شارك مشاركة .
- ٦ - لُحمة النسيج : خيوط العرض .
- ٧ - سدى النسيج : خيوط الطول .
- ٨ - الحِرَف : جمع حِرفة : مهنة .
- ٩ - إقتبسَ الفكرة يقتبسُها : أخذها ، استمدّها .
- ١٠ - متكاملة : يكملُ بعضها بعضاً .

#### الاسئلة

- ١ - هل عُرِف فنّ النسيج ، في أزمنة ما قبل التاريخ ؟
- ٢ - كيف كان يعمل الحائك على النول القديم ؟
- ٣ - من هو جان ماري جاكار ؟
- ٤ - ما الذي دفع « جاكار » الى تطوير النول اليدوي ؟
- ٥ - ما هي عمليّة « السحب » في الحياكة !
- ٦ - ماذا كان يصنع أوّل نول ميكانيكيّ بناه جاكار ؟
- ٧ - من استقدم جاكار الى باريس تحت الحفظ ؟
- ٨ - من أين اقتبس جاكار فكرة النول الميكانيكيّ .
- ٩ - ما هي فوائد نول جاكار ؟



نول حياكة حديث .



## الدراجة الأولى وزريرتها

حتى سنة ١٧٩٠ ، كان دولابا كلَّ  
عربة ذات دولابين يُرْكَبان متوازيين . ثم  
أتى الكونت « دي سيفرا » ، فخطر له  
فكرة غريبة ثورية حقاً ، وهي أن يضع  
هذين الدولابين الواحد خلف الآخر ،  
في سطح واحد ، وأن يصلهما بعارضة<sup>(١)</sup>  
يمكن لمن امتطأها<sup>(٢)</sup> ان يجلس منفرج  
الساقين ، وان يُمسك بقضيب عمودي  
مُثبت أمامه ، ويتقدم معتمداً على الأرض  
بقدم بعد أخرى . صادف هذا « الحامل  
السريع » (Célénifère) نجاحاً كبيراً  
أيام « مجلس الإدارة » ، ولقد جُمِلت  
عارضته الخشبية فاتخذت صورة الأسد أو  
الثعبان أو الحصان أو غيره .

لن تلبث هذه الآلة أن تفيد من تحسين  
أول : ففي ربيع ١٨١٨ تسنى لهواة التزهة  
في باريس ، ان يشاهدوا البارون « دريز  
فون سوربرون » ، يطوف حديقة « تيفولي »



١ - « الحامل السريع » ١٧٩٩

٢ - « الدرزيّة » ١٨٢٥





٣- « الدراج الكبير » ١٨٨٥ ح

٤- ظهور الدواسة والسلسلة .

٥- « الملكة الصغيرة » ١٩٠٠

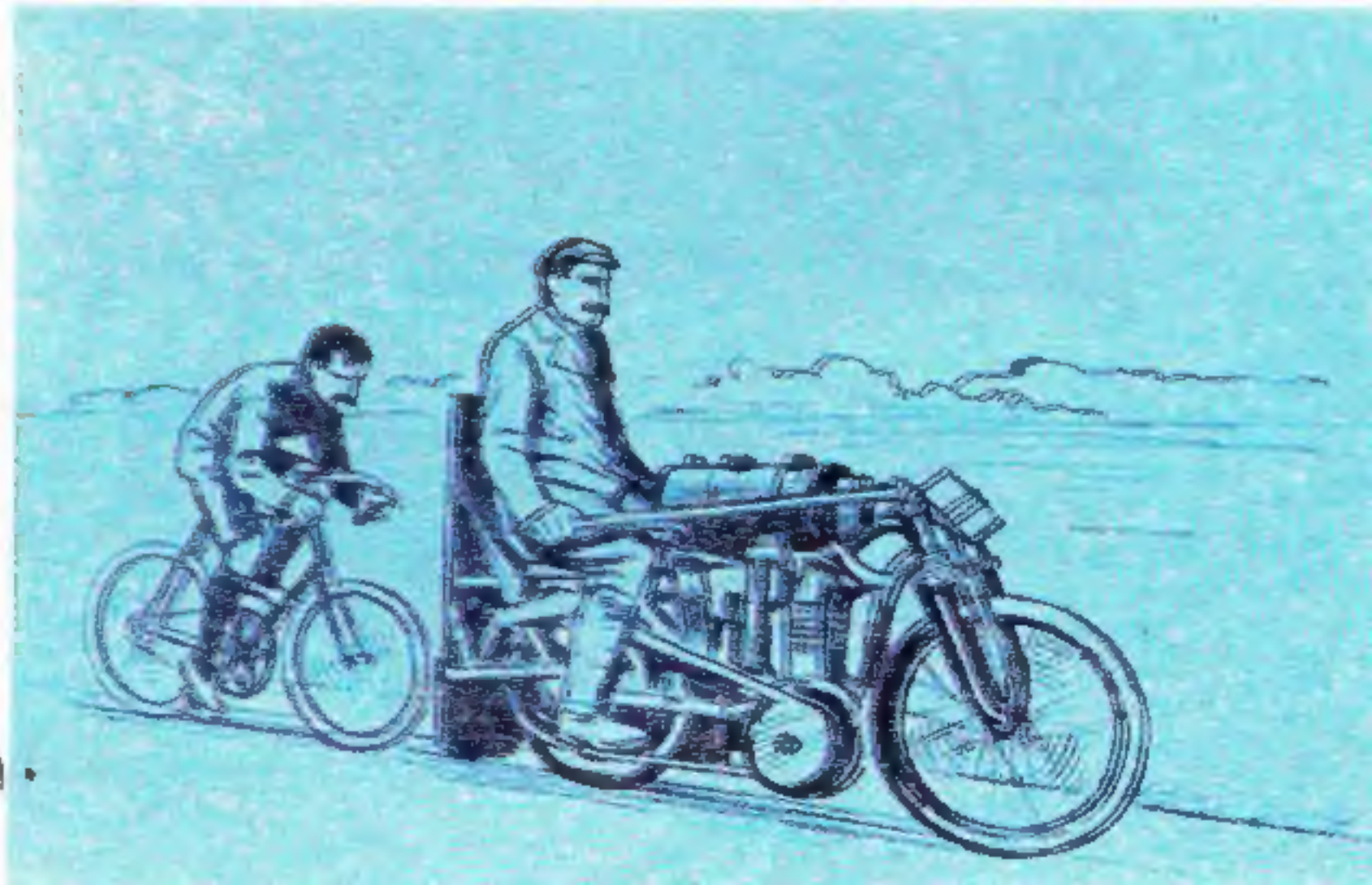
٦- دراجة هوائية حديثة ، قابلة للطّي .

ما شاع استعمالها في الأوساط الراقية ، في فرنسا وعبر « المانش » .

وعام ١٨٨٥ ، ركب صانع العربات « إرنست ميشو » على محور الدولاب الأمامي في « الدريزيّة » دوّاستين ، فدُعيت « الدريزيّة » « ذات الدولابين » (bicycle) وإذ لم يكن الدولاب العاديّ يسمح بالتقدّم أكثر من مترين اثنين ، لدى كل دورة من دورات الدواسة ، زيدَ قطرُ الدولاب الأمامي لتأمين مسافة أطول . هكذا وُلد

على درّاجة ذات مقوّد متحرّك كان قد اخترعه . دُعيت هذه الدراجة « دريزيّة » (Draizienne) ، وسرعان

أول درّاجة ناريّة ١٩٠٥







٢

إلى الدولاب الخلفي الذي غدا هو المحرك ،  
ومن ناحية ثانية ، زوّد الدراج بإطار يجمع  
ما بين الدولابين ، ويحمل المقعد وجهاز  
الدوس والمقود والشوكة الأمامية . وما  
لبث مواطنه « ستارلي » ، عام ١٨٨٥ أن  
ساوى بين قُطريّ الدولابين ، فغدا نموذجهُ  
هذا المعروف « بالروفر » الدراجة الأولى .  
ثم ظهر الدولاب الحرّ ، ممّا فرض إضافة مكابح  
مناسبة ، لأن جهاز الدوس فقد كلّ دور  
له في تخفيف سرعة الدراجة وإيقافها ، لاسيّما  
في المنحدرات . هذا وكان تجميد الدواستين  
المفاجيء قد طرح هذه المشكلة ، لأن  
الزناجير غالباً ما كانت تنقطع .

ثم وُضع جهازُ تغيير السرعة ، تحت  
تصرّف الراكب ، عدّة امكانات لمضاعفة  
سرعته ، ومكّنه من تعديل <sup>(٤)</sup> الجهد الذي  
يبدله وفقاً لأوضاع الطريق . ثم فقدت  
الدراجة من وزنها واكتسبت مزيداً من  
الصلابة <sup>(٥)</sup> ، بفضل المعادن الخفيفة التي  
أمكن الحصول عليها ، عن طريق المزج  
والخلط . ثم زوّدت الدراجة بمحرك ذي  
احتراق داخليّ ، فظهرت أنواعٌ من الدراجات  
النارية فيها البطيء والسريع ، والضعيف  
والقويّ ، والجبار . إلا أن كلّ مركبة

الدراجُ ذو الدولاب الكبير ، الذي كان  
المقعدُ يستقرّ في أعلاه ، على إرتفاع مترين  
من الأرض . وما كان امتطاء هذا الدراج  
الخطر أو النزولُ عنه ممكناً ، دون اللجوء  
إلى بعض الحركات البهلوانيّة . أمّا التوقّف ،  
ولم يكن الكابح <sup>(٣)</sup> قد عُرف بعد ، فكان  
يفرض القفز إلى الأرض قفزاً .

سنة ١٨٧٩ زوّد الإنكليزيّ « لوسن »  
الدراجَ بتعديلين مختلفين : فمن ناحية ،  
أضاف سلسلةً تنقلُ الحركة من محور الدوس



حاليّة ذات دولابين ، تعتمد كسالفاتها  
المبدأ الميكانيكيّ القائل بأنّ محور كلّ  
جسم دائر يميل الى الإحتفاظ بالاتجاه  
ذاته : وهكذا متى بلغت سرعة الدوران  
حدّاً معيّناً ، تأمّن التوازن .

#### التفسير

- ١- عارضة : لوحة تصل ما بين الدولابين .
- ٢- امتطاهما : ركبهما .
- ٣- الكابح : جهاز تخفيف السرعة .
- ٤- تعديل : تغيير (عدّل)
- ٥- الصلابة : المتانة .

#### الاسئلة

- ١- أية فكرة ثورية خطرت « للكونت دي سيفرا » ؟
- ٢- أيّ تعديل أدخل البارون « دريز » على الدراجة ؟
- ٣- لماذا جعل الدولاب الأمامي في الدراج أكبر من الدولاب الخلفي ؟
- ٤- ما فضل « لوسن » على الدراج ؟ وما فضل « ستارلي » ؟
- ٥- أيّ تعديل فرض ادخال المكابح على الدراجة ؟ وكيف كانت تُوقف قبلاً ؟
- ٦- ما هو المبدأ الذي يفسّر توازن الدراجة ؟



دراجة نارية سريعة .



### ولادة حضارة

- ١ - من الحجر المقطوع إلى مكائن الصناعة ذات الذاكرة • السيطرة على النار • ولادة الكتابة
- ٢ - الزجاج مادة شفافة • الدولاب جهاز نقل • طائرة الورق • أكثر من لعبة بسيطة
- ٣ - آلات قياس الوقت • الورق • مطية الفكر • الطرقات • سبل اتصال بين الشعوب
- ٤ - السيطرة على المعادن • المرأة • من دنا التبرج إلى دنا العلم • رهط زائيات التمرلك
- ٥ - من النظارتين إلى المنظار إلى المقراب • السهم الناري يصبح آلة تمزيق الأرض • الصابون والظفائف للناس

### التقنية تقوم بأول تحدياتها الكبيرة

- ٦ - الطعنة المانية والطعنة الرومانية • البارود • الطباعة من عهد غوتنبرغ إلى ... غد
- ٧ - الأسلحة النارية عدة هلاك • البوصلة • طوق الكتفين • في طبق الفرس • خلاص للمرهقين
- ٨ - "دولاب بسكال" هذا الآلات الحاسبة الإلكترونية • من المظلة إلى الدبابة • آلات إمداد الفراخ
- ٩ - التمرلك على وسادة من الهواء • المجرى في سيطرته على المتاهي الصغير • ميزان الضغط

### من الحرف اليدوية إلى الصناعة

- ١٠ - الآلة البخارية • من المراكب البخارية الأولى إلى السفن الحديثة • من "السمفاة" إلى "الصاعقة"
- ١١ - المروحة والظلال المعلقة • من عربة كونيوس البخارية إلى سيارتنا • غاز الإضاءة ...
- ١٢ - الآلات الإلكترونية • ساري "فرنكلين" • من المنظار إلى الباليونات الفضائية
- ١٣ - تلفاز "شاب" • من النسيج البدائي إلى نول الحياكة • الزراعة الأولى وذريتها
- ١٤ - بطارية "فولتا" • عبادات الثقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية
- ١٥ - "لينك" و "الستيسكوب" • ألعاب المحفوظات التي تعد بالليارات • التربينات في العمل
- ١٦ - التلفاز الكهربائي بمختره ريتام ... آلة الحياطة • عربة التصوير تنفتح على كل شيء
- ١٧ - لوحة الألوان المركبة • الموت المتفرج يجهز ملايين السيارات • التبني المخدر

### العالم يُبدل معالم وجهه

- ١٨ - الديناميت للتراث والصغار • حفريات النفط • من الآلة الكاتبة إلى الطباعة الإلكترونية
- ١٩ - صناعة البزد • الدينامو مولد التيار والمحرك الكهربائي • من الجلولوب إلى اللدائن
- ٢٠ - الميكروفيتم يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • التزام والقاطرة الكهربائية
- ٢١ - سلسلة البزد • أديسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الهادي إلى الإلكترونيات
- ٢٢ - مجرة الهواء وأجهزة المطاط • عصر المدير في البناء • أبواب أشعة إكس يغير الكثافة
- ٢٣ - من الفستيسكوب إلى السيناسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطرايط تخفق بالأمال الربعية
- ٢٤ - محرك دبزل يخرج من قذامة • الاتصالات البعيدة التي تستقل على موجات الأثير • الباليونوغراف
- ٢٥ - زجاج لا يجرح • آلات توليد العواصف • الصور السريعة على الشاشة الصغيرة

### من الذرة إلى الفضاء

- ٢٦ - كاشفات الجزيئات الدقيقة • الرفعية الذرية • المجرى الإلكتروني عين قادرة على رؤية الغيوم
- ٢٧ - الرادار الساحر • من الأبين القديم إلى أبراج مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
- ٢٨ - الترنزستور والترنستورات • الأجهزة الفضائية • الأفران التي توهم فير طاقة استمن



أرسي القرب الثامن عشر علم الكهرباء • وأطلق أول السفن البخارية ،  
والمناطيد والقواصات الأولى • وشاهد القرن التاسع عشر الثورة الصناعية  
بفضل البخار والكهرباء والآلة • فيما تكاثرت الاختراعات من كل نوع :  
من القاطرة والسكة الحديدية الثقابة ، ومن التلفاز إلى التصوير  
الشمسي ، ومن الدراجة إلى التربية ...

تأليف : ف. لوت  
رسم : ب. بوبست  
ترجمة واعداد : سهيل سماعة